CHEMICAL HAZARD SUMMARY

Canadian Centre for Occupational Health and Safety
250 Main Street East
Hamilton Ontario Canada L8N 1H6

No. 8

HYDROGEN FLUORIDE

Other Names	Hydrofluoric acid, fluorohydric acid, HF, CAS 7664-39-3
Description	A colourless liquid or gas with a sharp irritating odour.

HAZARD SUMMARY

Exposure	Inhalation, skin contact and eye contact.
Effects of Single or Short-Term Exposure	Hydrogen fluoride is an extremely corrosive chemical. The vapour or liquid can cause severe corrosion of the skin, nose, throat and eyes. Accidental deaths have occurred from single inhalation and splash exposures. Even weak liquid splashes or vapour exposures can cause severe, insidious and exceptionally painful chemical burns that may have a delayed appearance.
Effects of Repeated or Long-Term Exposure	Fluoride is deposited in the bone (fluorosis), and may cause pain and stiffness in joints and limbs. There is no evidence that hydrogen fluoride exposure causes cancer. There is inconclusive animal data about toxic effects to a fetus.
Fire and Explosion Hazards	HF is not flammable but flammable hydrogen gas can be produced by the reaction of HF with metal containers. No sources of ignition should be present in HF storage areas.
Fire Extinguishers	Not applicable. Use extinguisher appropriate for material which is burning.
Chemical Reactivity	The liquid and the vapour react violently with caustics. Metals containing silica (e.g. cast iron), ceramics, glass, gum rubber and leather all corrode rapidly on contact with hydrogen fluoride. The liquid reacts violently with water.
Personal Protection	Acid-resistant clothing made with 0.4 kg (13 ounce) neoprene or polyvinyl chloride (PVC) with a nylon liner is recommended. The eyes should be protected from liquid splashes.

2 / Hydrogen Fluoride

Personal Protection	Appropriate respiratory protection should be worn whenever vapour concentrations exceed permissible limits. See Section IV Exposure Control for details.
Storage	Anhydrous hydrofluoric acid must be stored and shipped in steel pressure vessels. The aqueous acid (70% or less in concentration) may be stored or shipped in rubber-lined or plastic vessels.
Exposure Limits	As recommended by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) 1984-85. Time Weighted Average Exposure (TWA): As fluoride: 3 ppm (parts per million) or 2.5 mg/m^3 (milligrams per cubic metre). Short Term Exposure Limit (STEL): As fluoride: 6 ppm or 5 mg/m^3. In the ACGIH 1984 "Notice of Intended Changes" it has been suggested that the STEL limit be abolished and that the current TWA be designated as a ceiling limit.

TWA is defined as the time-weighted average concentration for a normal 8-hour workday and a 40-hour workweek.

STEL is defined as a 15-minute time-weighted average exposure which should not be exceeded at any time during a workday. Exposures at the STEL should not be longer than 15 minutes and should not be repeated more than four times per day. There should be at least 60 minutes between successive exposures at the STEL.

A ceiling limit is one which should not be exceeded even instantaneously.

SCOPE OF THE DOCUMENT

This summary was prepared at the Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS) and is intended primarily as a source of information for persons who work with or may be occupationally exposed to this material. The information selected for inclusion is believed to be reliable and generally relevant to occupational health. Other information may be available which bears on particular work situations. The scientific data in many areas are limited and may allow a variety of interpretations. Additional information, corrections, comments and questions are welcome, and should be addressed to the Manager, Inquiries Office, CCOHS, 250 Main Street East, Hamilton, Ontario, L8N 1H6, (416) 523-2981.

The information in this document was updated on April 30, 1985.

Cat. No. CC273-4/85-3E
ISBN 0-660-11879-3
CCOHS C85-3E

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

CONTENTS

	SUMMARY	i/1
I.	USES AND OCCURRENCE	3
II.	TOXICOLOGY	3
III.	FIRE AND EXPLOSION HAZARDS	8
IV.	EXPOSURE CONTROL	8
V.	SMALL-SCALE STORAGE AND HANDLING	11
VI.	FIRST AID	11
VII.	EXPOSURE LIMITS	13
VIII.	CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES	16
IX.	REFERENCES	17

I. USES AND OCCURRENCE

Hydrogen fluoride gas is used in the production of aluminum fluoride, triolite, uranium hexafluoride, elemental fluorine, aqueous hydrofluoric acid, inorganic fluoride salts, fluorocarbons and in alkylation processes.

Hydrogen fluoride liquid is used in the production of fluorine compounds, cleaning iron and steel castings, etching and frosting glass, the froth floatation of ores, and washing sand free of iron. Small amounts of hydrogen fluoride are used in some commercial cleaning agents. The fluxes used in some welding operations can generate hydrogen fluoride.

II. TOXICOLOGY

Routes of Exposure
Significant amounts of hydrogen fluoride can be readily taken into the body by inhalation of the vapour or absorption of the liquid through the skin.

The inhalation hazard of hydrogen fluoride solutions depends strongly on temperature and concentration. Only small amounts of hydrogen fluoride evaporate from solutions of less than 50% concentration unless the temperature is high. Concentrated solutions (50-70% HF) evaporate much more rapidly and present a serious inhalation hazard[1].

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Exposure to gaseous hydrogen fluoride occurs largely through inhalation. The gas has a marked affinity for water and combines with mist or water vapour in the air as well as the moisture in the respiratory tract and eyes. At 122 ppm, hydrogen fluoride combines with moisture on the human skin to produce a smarting sensation; the irritation of the eyes and respiratory tract is so intense that exposure can only be tolerated for 1 minute[2].

With a dilute liquid, the danger of hydrogen fluoride exposure is probably greatest through skin contact. Hydrofluoric acid displays a rapid and insidious penetrating action on the skin, even in dilute solutions (above 6% in animal studies)[3]. Absorption in this manner can cause severe poisoning. Skin contact with concentrated solutions has caused death[4-10].

Elimination

A significant amount of the fluoride taken into the body is rapidly excreted in the urine. Of a given dose, 20% can appear in the urine within the first four hours, and approximately 50% is eliminated within a few days[11,12].

Studies on industrially exposed populations indicate that fluoride levels in urine are reasonably accurate indicators of the amount of hydrogen fluoride exposure in day-to-day work[13-15], except perhaps in individuals with impaired kidney function where the fluoride concentration in the blood serum might be a better indicator[16]. In current industrial monitoring programs a urine fluoride level of greater than 4 mg/litre is considered unacceptable[17]. However, urine fluoride elimination does not seem to correlate with long-term past exposures[15].

Fluoride can also be excreted in perspiration but the total amount is small except in extremely hot conditions when sweating is profuse[18].

Effects of Single (Acute) Exposures in Humans

The effects of exposure to hydrogen fluoride depend on the total amount of hydrogen fluoride absorbed by all routes (inhalation, through the skin and ingestion). The major effect of HF on humans is due to its severe irritant and corrosive properties so that inflammation develops on any body surface with which HF comes in contact.

The following toxic effects have been reported in humans exposed to hydrogen fluoride for brief periods[1,2,9,14,15,19]:

Up to 5 ppm	Skin reddening, sour taste in the mouth, slight irritation of the nose and eyes, nosebleeds.
61 ppm	Marked irritation of the linings of the nose (rhinitis) and the eye (conjunctivitis). Repeated brief exposures (3 min) at this level did not reduce sensitivity to these effects.

CCOHS/CCHST
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

122 ppm	Tolerated for only 1 minute because of stinging eyes and smarting of skin.
10,000 ppm and above	Choking, coughing, fever, shortness of breath and fluid accumulation in the lung, death.

In addition to effects on skin, nose and eye listed above, HF exposure can produce severe inflammation of the membranes inside the respiratory airways (laryngitis, tracheitis, bronchitis) and the lung tissues (pneumonitis). Death caused by inhalation of high concentrations of HF is probably due to severe acidic burning of the lung tissue which results in fluid accumulation in the lungs (pulmonary edema). This is quite distinct from fluoride poisoning which is the probable cause of death in cases of skin splashing[20].

Death due to fluoride poisoning may be related to its ability to inhibit the action of some enzymes, but current theories support the conclusion that the fluoride ion achieves its most severe effects by binding to calcium and/or magnesium in the body. Some patients who died from fluoride poisoning had exceptionally low calcium levels in their blood (hypocalcemia)[21].

Effects on the Skin

Hydrogen fluoride can cause deep skin burns. It passes easily through pinholes in rubber gloves and may cause delayed, agonizing burns of the tissue beneath the nails. Burns from strong HF (50-70%) are felt immediately and can cause severe destruction of tissue. Somewhat weaker solutions (25%) may take a few minutes to be noticed. Burns from solutions of 1-20% may not be felt for several hours[1,22].

The excruciating pain caused by HF burns has been attributed to removal of calcium and magnesium from tissues and deposition of insoluble calcium fluoride. This leads to a relative excess of potassium in the tissues which causes nerve stimulation[3].

The pain caused by HF burns can be relieved by injecting a calcium gluconate solution into and under all affected areas. The topical application of Hyamine solution has proved extremely effective[21].

Cases of HF burns caused by leaks in protective gloves have been reported. The skin of the hands and fingers becomes white and filled with fluid. The burned area is intensely painful for many hours or days. In some instances finger nails had to be removed to prevent destruction of underlying tissues. Healing with scar formation may take up to 60 days[3,4,23]. Modern treatments have improved the healing time and have avoided scar tissue formation[24].

In instances of serious accidental splashing, HF enters the body both by inhalation and through skin contact. Fluoride absorption through the skin may contribute significantly to the poisoning or death which may result[1,4,7,25].

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Vapour concentrations up to 4.74 ppm have caused exposed individuals to develop reddened areas on exposed skin. One subject reported flaking of the skin, resembling mild sunburn, after 10 days of exposure[19].

Effects on the Eyes
Hydrogen fluoride has a high solubility in water and even very low concentrations of HF vapours can dissolve in the moisture on the surface of the eyes and cause irritation. Splashing into the eyes can undoubtedly cause severe and irreversible damage with possible tissue scarring, although no specific reports of this are found in the literature. Reversible damage to the front area of the eye (cornea) has been reported but the severity of the exposure in these instances was not recorded[26,27].

Effects of Long-Term Exposure
The major health hazards of hydrogen fluoride exposure are related to its irritant and corrosive properties during short-term (acute) exposures. There is less risk associated with its possible long-term exposure effects.

Fluoride is a bone seeker and excessive amounts will produce weakening and degeneration of the bone structure (osteosclerosis). Long-term fluoride poisoning may also cause heart, nerve and intestinal problems. The disease is called fluorosis.

Animal studies show that about half of a fluoride dose given to an animal not previously treated is deposited in the skeleton. The amount of skeletal fluoride usually increases with increasing fluoride intake. An equilibrium or steady state may be reached between blood fluoride levels and bone fluoride concentration[28]. Most of the skeletal fluoride deposition occurs within the first two hours following exposure[29].

Fluoride is not deposited permanently in the skeleton, it is mobilized slowly so that up to one-half may be removed and excreted over a period of two years. Under certain circumstances skeletal fluorosis may be slowly and partially reversible[30].

Reproductive Effects
Laboratory studies, usually with animals, are used to indicate the potential of a chemical to cause reproductive effects in humans. There are very few studies which have addressed the possible reproductive hazards of hydrogen fluoride.

Studies reported in a Russian journal[31] using pregnant rats indicated an increase in embryo and fetus mortalities after exposure to 0.05, 0.5 and 5.0 mg/m^3 HF (0.06, 0.6 and 6.1 ppm) for 4 hours daily. No reports were located which studied the effects of HF exposures on pregnant women.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Carcinogenic Effects
The International Agency for Research on Cancer (IARC) conducted a review of the experimental data on inorganic fluorides. This review did not specifically address hydrofluoric acid exposure, but concluded that there were inadequate data to evaluate the carcinogenicity of the related, and much better studied chemical, sodium fluoride[32].

Effects on the Liver
Rabbits, monkeys and guinea pigs exposed to 18.5 ppm HF for 6 to 8 hours, 5 days per week for a total of 309 hours showed fatty degeneration and scar tissue formation[33]. This has not been reported in overexposed humans.

Effects on the Kidneys
Soft tissue does not store fluoride, but the kidney may show a temporary retention of 1% of the dose for some 90 minutes after exposure. 24 hours after a single exposure, most fluoride has been eliminated from the circulation through the kidneys and essentially all the remaining fluoride is deposited in the bone.

Some animal studies have shown kidney damage (renal tubular necrosis) as a consequence of repeated exposure to approximately 30 ppm HF over a number of days[2,33]. In man, kidney damage has been reported in severe, acute overexposures[4,7].

Toxicity Data in Animals
The relative poisoning potential of a compound can be assessed from the LD_{50} or LC_{50} obtained in animal tests. The LD_{50} is the amount of a chemical (weight of chemical/weight of animal) which is needed to kill one-half (50%) of the test animals. The LC_{50} is the concentration in air which kills half of the animals following an exposure lasting 4 hours or other indicated time period. Test animals are usually rats, mice or other rodents. Routes of exposure are usually oral (by mouth), dermal (absorption through the skin) or inhalation (breathing of vapour). The values obtained for this material by different researchers show a wide variability:

LC_{50} (rat, 5 min)	4,970 ppm[34]
LC_{50} (rat, 5 min)	18,200 ppm[35,36]
LC_{50} (rat, 1 hour)	1,310 ppm[34]
LC_{50} (rat, 1 hour)	1,108 ppm[37]
LC_{50} (mice, 5 min)	6,247 ppm[35,36]
LC_{50} (guinea pigs, 15 min)	4,320 ppm[34]
LC_{50} (monkey, 1 hour)	1,774 ppm[38]

On a scale of 1 to 6, (1 = practically nontoxic, 6 = supertoxic), hydrogen fluoride rates as 5 (extremely toxic)[39].

Although the animal experimental data are limited and quite variable, attempts have been made to derive human lethal concentration

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

parameters. An exposure of 50 ppm for less than 5 minutes may be lethal for some individuals[20].

III. FIRE AND EXPLOSION HAZARDS

Both hydrogen fluoride liquid and vapour react violently with bases (e.g. caustic soda). The acid will dissolve glass, ceramics, metals containing silica, natural gum rubber and leather. Although hydrogen fluoride itself is not flammable, when hydrofluoric acid is placed in metal containers flammable hydrogen gas may be produced. Sources of ignition should therefore be kept away from areas where hydrofluoric acid is stored or where containers of hydrofluoric acid are opened.

Fluorine gas reacts vigorously with a 50% hydrofluoric acid solution and may burst into flame[40].

Arsenic trioxide becomes glowingly hot (incandescent) in the presence of hydrofluoric acid[40].

Chemical Reactivity
In combination with bismuth acid ($HBiO_3$) a 40% solution of hydrofluoric acid will react violently at room temperature producing fluorinated bismuth compounds and possibly ozone[40].

Lead, wax, polyethylene and platinum are not corroded by hydrogen fluoride[41].

IV. EXPOSURE CONTROL

Exposure to hydrogen fluoride is best prevented by design of the work process and engineering controls. The available types of control measures include:

Substitution	Area ventilation
Isolation	Work practices
Enclosure	Personal hygiene
Local exhaust ventilation	Personal protective equipment

One or more of these measures may be appropriate in any particular situation. A survey of the workplace and consideration of the technical requirements of the work process are needed before major changes are made.

Although substitution or engineering controls, such as ventilation, are the preferred methods of controlling exposure to contaminants in the workplace, the use of personal protective equipment such as special clothing and respirators increases the level of protection for workers

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

exposed to HF. In some situations, such as working in enclosed spaces and in some maintenance operations, the use of personal protective equipment may be essential since effective ventilation and engineering controls may not be possible.

Protective Clothing
Protective clothing (gloves, coveralls, boots, etc.) should be worn as needed to prevent exposure of the skin to HF liquid or concentrated vapour. Protective clothing used specifically for hydrogen fluoride operations should be clearly marked, preferably with a distinctive color, to differentiate it from other protective clothing.

Hydrogen fluoride is a strong corrosive acid and many materials may not provide adequate protection. Clothing made with acid resistant materials such as nylon-backed neoprene or polyvinyl chloride (PVC) 0.4 kg (13 ounce grade) can resist penetration and degradation by HF.

Chemical gloves made of neoprene or PVC are required for most operations and they should be checked for leaks prior to use. When worn, the gauntlet part of the glove should be covered with the sleeve of the jacket to prevent the acid from entering the glove. Special arm protectors are recommended to cover the sleeve and gauntlet thus eliminating the possibility of acid getting inside the glove or sleeve of the jacket.

Boots should be at least calf height and when worn they should be covered by the legs of protective trousers to prevent contamination of the inside of the boot.

For maximum protection an air-supplied acid suit should be worn.

After use, hydrogen fluoride protective clothing should be neutralized with sodium bicarbonate, washed, dried and inspected to ensure that it is free of pinholes and tears.

Chemical safety goggles and face shields should be worn during any operation in which HF may splash (CSA Standard Z84.3).

Respiratory Protection
Factors to be considered in a respiratory protection program include:

Selection of appropriate respirators
Respirator fit
Respirator maintenance
Cartridge life
Worker training

These factors are described in more detail in CSA Standard Z94.4, "Selection, Care, and Use of Respirators", available from the Canadian Standards Association.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

The degrees of respiratory protection required depends on the concentration of the vapour and the duration of the exposure. NIOSH/OSHA[42] recommend the following respiratory protection:*

Vapour concentration of 20 ppm or less (17 mg/m^3):
A chemical cartridge respirator with a full facepiece and cartridge(s) providing protection against hydrogen fluoride; or

A gas mask with a chin-style or a front- or back-mounted canister and filter providing protection against hydrogen fluoride; or
Any supplied-air respirator with a full facepiece, helmet, or hood; or
Any self-contained breathing apparatus with a full facepiece.

Greater than 20 ppm (17 mg/m^3) or entry and escape from unknown concentrations:
Self-contained breathing apparatus with a full facepiece operated in pressure-demand or other positive-pressure mode; or
A combination respirator which includes a Type C supplied-air respirator with a full facepiece operated in pressure-demand or other positive-pressure or continuous-flow mode and an auxiliary self-contained breathing apparatus operated in pressure-demand or other positive-pressure mode; or
A supplied-air suit designed to provide respiratory and skin protection, and an auxiliary self-contained breathing apparatus operated in positive-pressure mode.**

Fire Fighting:
Self-contained breathing apparatus with a full facepiece operated in pressures-demand or other positive-pressure model.

Escape:
Any gas mask providing protection against acid vapours, or any escape self-contained breathing apparatus.

*Note: The above recommendations apply only to equipment approved by the NIOSH or MSHA organizations.

**Note: Supplied-air suits should be selected, used, and maintained under the immediate supervision of trained personnel. Where they are used at concentrations greater than 20 ppm, an auxiliary self-contained breathing apparatus operated in positive-pressure mode should also be worn.

Air-supplied respirators must be worn in oxygen-deficient areas.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Respirators and gas masks fitted with acid gas cartridges can provide protection against vapours of hydrogen fluoride for a limited period of time. The useful life of a respirator depends on the number and capacity of the cartridges, the concentration of vapours, the temperature, and the rate of breathing.

V. SMALL-SCALE STORAGE AND HANDLING

Hydrogen fluoride in the anhydrous form should be stored and shipped in steel pressure vessels. The acid at concentrations 70% or less may be stored in rubber-lined or plastic vessels. All storage containers should be protected from heat or direct sunlight. The storage area should have adequate independent ventilation and have no sources of heat or sparks such as electric motors. Fans should be spark resistant. Advice on how to handle HF spills can be obtained from members of the Canadian Chemical Producers Association through their Transportation Emergency Assistance Plan (TEAP). In emergencies contact with TEAP can be made through CANUTEC (Canadian Transport Emergency Centre) collect (613) 996-6666. Further general information concerning TEAP in non-emergency situations can be obtained from the Chemical Producers Association in Ottawa (613) 237-6215.

Cleanup and Disposal
Provide adequate ventilation, protective clothing and respirators before attempting to clean up a major spill of hydrofluoric acid.

A number of safety supply companies market special hydrofluoric acid absorbent cleanup kits.

VI. FIRST AID

The following general procedures are suggested as emergency treatment for victims of HF exposure[24,43,44]:

Inhalation
Remove the victim to fresh air and keep at complete rest. Begin artificial respiration immediately if the victim is not breathing. Administration of oxygen is essential and may prevent fluid accumulation in the lungs. Seek medical attention immediately.

Note: Vapour exposures can cause skin and mucous membrane burns as well as lung damage. Vapour burns to the skin are treated in the same way as liquid burns[24].

Ingestion
Remove the victim to a quiet, cool and well ventilated area and keep at complete rest. Do not induce vomiting, but rinse the mouth liberally

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

with cold water. If the victim is conscious, give several vials of 10% calcium gluconate with plenty of water and milk. Never give anything by mouth to an unconscious person. Transfer the victim to hospital immediately.

Eyes
Wash thoroughly under a stream of water for at least 15 minutes ensuring that the victim's eyelids are held open and that the eyes are moved slowly in every direction. Further washing with neutral saline may be beneficial. If a physician is not immediately available, apply one or two drops of 0.5% Pontocaine Hydrochloride* eye ointment (trade name of Winthrop Laboratories for tetracain hydrochloride). Do not use the Hyamine* or Zephiran* solutions described for skin treatment. Seek medical attention immediately.

Skin
Apply first aid without delay. Seek medical attention immediately. Thoroughly and speedily wash down the victim under a cold shower or hand held hose, while at the same time protecting his eyes from contamination. Continue washing for at least 15 minutes. Remove all contaminated clothing. First aiders should take precautions for their own safety when handling contaminated clothing.

As soon as possible after washing, soak the affected areas with iced 0.2% water solution (1:500) of Hyamine* 1622 (trade name of Rohm Haas for benzethonium chloride) or iced 0.13% water solution (1:750) of Zephiran* (trade name of Winthrop Laboratories for benzalkonium chloride). Where directly soaking the affected part is impractical, soak towels with one of the above solutions and use as compresses on the burned area. Change the compresses every two minutes. Do not use these solutions for burns to the eyes. Where burns have occurred to sensitive tissues such as the lips or mouth, apply 2.5% calcium gluconate jelly. Hyamine* has proved particularly effective in healing HF burns without leaving scar tissue.

Since weak hydrofluoric acid burns can go unnoticed for several hours, individuals who have been exposed during the working day can be many miles away from the rapid medical treatment required when the pain of the burns is felt. This possibility has prompted at least one company to provide their workers with small bottles of Hyamine* for personal use in such emergencies. Workers are also provided with wallet sized plastic cards detailing the required treatment for HF burns. This card can be presented to emergency room physicians if the need arises.

*Note: Mention of trade name products in this document does not constitute an endorsement of their use or effectiveness by the Canadian Centre for Occupational Health and Safety. The specific products are referred to only because of their frequent appearance in the scientific literature in this area. Equivalent products from other manufacturers may be equally appropriate.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Note: Physicians who are unfamiliar with the unique and unusual nature of HF burns and the specialized treatment they require are strongly advised to consult with the medical staff of Allied Chemical Corporation and to obtain their publication "Hydrofluoric Acid Exposure - Recommended Treatment". In Canada, this pamphlet and attendant medical advice can be obtained from the Medical Services Section of Allied Chemical in Amherstburg, Ontario (519) 736-2111 or (519) 734-1234

VII. EXPOSURE LIMITS

In many Canadian jurisdictions, exposure limits are similar to the Threshold Limit Values (TLVs) recommended by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). For hydrogen fluoride the current TLVs are:

1. Threshold Limit Value-Time Weighted Average (TLV-TWA) = 3 parts per million (ppm) or 2.5 milligrams per cubic metre (mg/m^3)

This is "—the time-weighted average concentration for a normal 8-hour workday and a 40-hour workweek, to which nearly all workers may be repeatedly exposed, day after day, without adverse effect."

2. Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit (TLV-STEL) = 6.0 parts per million (ppm) or 5 milligrams per cubic metre (mg/m^3)

"A STEL is defined as a 15-minute time-weighted average exposure which should not be exceeded at any time during a workday even if the eight-hour time-weighted average is within the TLV. Exposures at the STEL should not be longer than 15 minutes and should not be repeated more than four times per day. There should be at least 60 minutes between successive exposures at the STEL."

"It is not a separate independent exposure limit, rather it supplements the time-weighted average (TWA) limit where there are recognized acute effects from a substance whose toxic effects are primarily of a chronic nature. STELs are recommended only where toxic effects have been reported from high short-term exposures in either humans or animals." (Reproduced by permission of the ACGIH).

The 1984 edition of the ACGIH TLV booklet gives a "notice of intended change" for hydrogen fluoride. It has been proposed that the STEL be abolished and that the current

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

TWA (3 ppm or 2.5 mg/m^3) be considered as a ceiling limit. A ceiling limit is one which should not be exceeded even instantaneously.

Substances listed under the notice of intended changes "comprise those for which a limit has been proposed for the first time, or for which a change in the 'Adopted' listing has been proposed. In both cases the adopted limits should be considered trial limits that will remain in the listing for a period of at least two years. If after two years no evidence comes to light to question appropriateness for the values" they will be reconsidered for the 'Adopted' list.

Certain Canadian jurisdictions have adopted the entire set of ACGIH TLVs for chemical substances by reference in their regulations. Others use the TLVs as guidelines for control of airborne contaminants. Still others specify exposure limits for chemical substances, including hydrogen fluoride, in their regulations. Since the manner in which exposure limits are established, interpreted and implemented can vary among the jurisdictions, detailed information should be sought from the appropriate government agency in each jurisdiction.

According to the preface in the ACGIH booklet:

"Threshold limit values refer to airborne concentrations of substances and represent conditions under which it is believed that nearly all workers may be repeatedly exposed day after day without adverse effect. Because of wide variation in individual susceptibility, however, a small percentage of workers may experience discomfort from some substances at concentrations at or below the threshold limit; a smaller percentage may be affected more seriously by aggravation of a pre-existing condition or by development of an occupational illness."

"Threshold limits are based on the best available information from industrial experience, from experimental human and animal studies and, when possible, from a combination of the three."

"The TLV-TWA should be used as guides in the control of health hazards and should not be used as fine lines between safe and dangerous concentrations." (Reproduced by permission of the ACGIH).

Warning Properties of Hydrogen Fluoride at the Exposure Limit
For certain substances, odour or irritant properties may be useful as a short-term indicator of possibly hazardous conditions. The odour threshold of hydrogen fluoride ranges from 0.04-0.13 ppm[9], and it

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

should be detectable by smell at concentrations below current exposure limits. Hydrogen fluoride is considered to be a material with irritant warning properties. Even though repeated exposures to hydrogen fluoride do not seem to dull the sensitivity to it[2], reliance on the odour to provide warning of possible overexposure is not recommended because of the possibility of a temporary loss of the sense of smell (olfactory fatigue), individual variation and the possible presence of other odourous materials in the workplace.

Exposure Limits in Other Nations

The approaches or mechanisms for establishing and applying occupational exposure limits can vary widely from country to country. Information on exposure limits in a number of foreign jurisdictions is available from CCOHS.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

VIII. CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES

Chemical Abstracts Service	CAS 7664-39-3
Chemical formula	HF
Chemical structure	HF at normal workroom temperatures and pressures, at higher temperatures polymerization may occur to give $(HF)_2$ and $(HF)_6$

Physical Properties

Boiling point	19.54°C (67.1°F)
Density	1.0 at 4°C (39.2°F) 0.9735 at 20°C (68°F) (water = 1)
Solubility	miscible (soluble in all proportions) in water.
Vapour pressure	42.11 g/cm²
	4.1 KPa at 21°C (69.8°F)
	86.9 KPa at 38°C (100°F)
Vapour density	0.99 at 13.6°C (56.5°F) (air = 1)
Odour threshold	0.04 to 0.13 ppm

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

IX. REFERENCES

(1) Mayer, L.; Guelich, J. Hydrogen fluoride inhalation and burns. Archives of Environmental Health. Vol. 7 (1963). p. 71-73

(2) Machle, W.; Thamann, F.; Kitzmiller, K.; Cholak, J. The effects of the inhalation of hydrogen fluoride : I : response following exposure to high concentrations. Journal of Industrial Hygiene. Vol. 15 (1934). p. 129-145

(3) Klauder, J.V.; Shelanski, L.; Gabriel, K. Industrial uses of compounds of fluorine and oxalic acid. Archives of Industrial Health. Vol. 12 (1955). p. 412-419

(4) Dieffenbacher, P.F.; Tompson, J.H. Burns from exposure to anhydrous hydroflouric acid. Journal of Occupational Medicine. Vol. 4 (1962). p. 325-326

(5) Yoshida, Y.; Watanabe, M.; Kono, K. Experimental studies on the percutaneous absorption of hydrofluoric acid and fluorine content of the organs. Japanese Journal of Industrial Health. Vol. 17 (1975). p. 281-287

(6) Schmidt, C.W.; Metze, H. Hydrofluoric acid skin corrosion - review of 68 cases. Das Deutsche Gesundheitswesen, Berlin, German Democratic Republic. Vol. 33 (1978). p. 761-766

(7) Burke, W.J.; Hoegg, U.R.; Phillips, R.E. Systemic fluoride poisoning resulting from a fluoride skin burn. Journal of Occupational Medicine. Vol. 15 (1973). p. 39-41

(8) Shugaev, V.A.; Beljaev, V.A. Skin absorption of hydrogen fluoride. Gigiena truda i professional'nye zabolevanija. No. 1 (January 1974). p. 31-33

(9) NIOSH criteria for a recommended standard for occupational exposure to hydrogen fluoride. Cincinnati, Ohio : U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service Centre for Disease Control, March 1976

(10) Brawn, J.; Stoss, H.; Zober, A. Intoxication following the inhalation of hydrogen fluoride. Archives of Toxicology. Vol. 56 (1984). p. 50-54

(11) Ericsson, Y. The state of fluorine in milk and its absorption and retention when administered in milk. Acta Odontologica Scandinavia. Vol. 16 (1958). p. 51-77

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

(12) Hodge, H.C.; Smith, F.R. In: H.H. Simons, ed. Fluorine chemistry : vol. IV. New York : Academic Press, 1965

(13) White, D.A. Hydrofluoric acid - a chronic poisoning effect. Journal of the Society of Occupational Medicine. Vol. 30 (1980). p. 12-14

(14) Largent, E.J. The metabolism of fluorides in man. Archives of Industrial Health. Vol. 21 (1960). p. 318-323

(15) Zober, A.; Geldmacher Von Mallinckrodt, M.; Schaller, K.H. Renal fluoride excretion as a useful parameter for monitoring hydrofluoric acid in exposed persons. International Archives of Occupational and Environmental Health. Vol. 40 (1977). p. 13-24

(16) Kono, K.; Yoshida, Y.; Watanabe, M.; Tanimura, Y.; Hirota, T. Urinary fluoride excretion in fluoride exposed workers with diminished renal functon. Industrial Health. Vol. 22 (1984). p. 33-40

(17) Brablec, B. Occupational Health Nurse, Allied Chemical, Amherstburg, Ontario - Personal communication, 1985

(18) McClure, F.J.; Mitchell, H.H.; Hamilton, T.S.; Kinser, C.A. Balances of fluorine ingested from various sources in food and water by 5 young men - excretion of fluorine through the skin. Journal of Industrial Hygiene and Toxicology. Vol. 27 (1945). p. 159-170

(19) Largent, E.J. Fluorosis - the health aspects of fluorine compounds. Columbus : Ohio State University Press, 1961. p. 34-39, 43-48

(20) Halton, D.M.; Baynes, C.H.; Dranitsaris, P. Toxicity levels to humans during acute exposure to hydrogen fluoride. A report prepared for the Atomic Energy Control Board, Ottawa, Ontario, Canada, INFO-0143, November 28, 1984

(21) MacKinnon, M.A. Director Medical Services, Allied Chemical, Amherstburg, Ontario - Personal communication, 1985

(22) White, J.W. Jr. Hydrofluoric acid burns. Cutis. Vol. 34 (1984). p. 241-244

(23) Dale, R.H. Treatment of hydrofluoric acid burns. British Journal of Medicine. Vol. 1 (1951). p. 728-732

(24) Hydrofluoric acid exposure - recommended medical treatment. Morristown, N.J. : Allied Corporation, 1984

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

(25) Greendyke, R.M.; Hodge, H.C. Accidental death due to hydrofluoric acid. Journal of forensic sciences. Vol. 9 (1964). p. 383-390

(26) McLaughlin, R.S. Chemical burns of the human cornea. American Journal of Ophthalmology. Vol. 29 (1946). p. 270-277

(27) Bertuna, S. Treatment of HF burns with hyamine - case report. Medical Bulletin (Exon). Vol. 29 (1969). p. 270-277

(28) Neumann, H.H. The milk and water intake of small children. Archives of Pediatrics. Vol. 74 (1957). p. 456-462

(29) Wallace-Durbin, P. The metabolism of fluorine in the rat using F_8 as a tracer. Journal of Dental Research. Vol. 33 (1954). p. 789-800

(30) Grandjean, P.; Thomsen, G. Reversibility of skeletal fluorosis. British Journal of Industrial Medicine. Vol. 4 (1983). p. 456-461

(31) Danilov, V.B.; Kasjanova, V.V. Gigiena truda i professional'nye zabolevanija. Vol. 19 (1975). p. 57-58

(32) IARC Monograph on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to humans. Vol. 27 : inorganic fluorides. Lyon : International Agency for Research on Cancer, 1982. p. 237-303

(33) Machle, W.; Kitzmiller, K. The effects of inhalation of hydrogen fluoride : II : response following exposure to low concentrations. Journal of Industrial Hygiene and Toxicology. Vol. 17 (1935). p. 233-239

(34) Rosenholtz, M.J.; Carson, T.R.; Weeks, M.H.; Wilinski, F.; Ford, D.F.; Oberst, F.W. A toxicopathologic study in animals after brief single exposure to hydrogen fluoride. American Industrial Hygiene Association Journal. Vol. 23 (1963). p. 253-261

(35) DiPasquale, L.C.; Davis, H.V. The acute toxicity of brief exposures to hydrogen fluoride, hydrogen chloride, nitrogen dioxide and hydrogen cyanide singly and in combination with carbon monoxide (Report TR-71-120, paper number 20). U.S. Aerospace Medical Research Laboratory (AMRL), 1971. p.279-289

(36) Higgins, E.A.; Fiorica, V.; Thomas, A.A.; Davis, H.V. Acute toxicity of brief exposure to HF, HCl, NO_2 and HCN with and without CO. Fire Technology. Vol. 8 (1972). p. 120-130

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

(37) Wohlslagel, J.; DiPasquale, L.C.; Vernot, E.H. Toxicity of solid rocket motor exhaust : effects of HCl, HF and alumina on rodents. Journal of Combustion Toxicology. Vol. 3 (1976). p. 61-70

(38) MacEwen, J.D.; Invernote, E.H. Toxic Hazards research unit annual technical report Systemed Corporation (Report TR-70-77). Dayton, Ohio : U.S. Aerospace Medical Research Laboratory (AMRL), 1970

(39) Gosselin, R.E.; Smith, R.P.; Hodge, H.C. Clinical toxicology of commercial products. 5th edition. Baltimore : Williams & Wilkins, 1984

(40) Leleu, J. Hazardous chemical reactions - 9 hydrofluoric acid and fluorides. Cahiers de notes documentaires - securité et hygiene du travail. No. 72 (1973). p. 361-376

(41) Hydrofluoric acid. Ottawa Ontario : Canada Safety Council, 1981

(42) NIOSH/OSHA occupational health guidelines for chemical hazards. Hydrogen fluoride (September 1978) NIOSH #81-123. Cincinnati, Ohio : U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service Centre for Disease Control, January 1981

(43) Driesbach, R.H. Handbook of poisoning : prevention, diagnosis and treatment. 10th Edition. Los Altos, California : Lange Medical Publications, 1980. p. 210

(44) Lefèvre, M.J.; Becker, E.J., eds. First aid manual for chemical accidents : for use with nonpharmaceutical chemicals. English language edition. Stroudsburg, Pennsylvania : Dowden, Hutchinson and Ross, 1980. p. 119, 139, 171, 191

Note: Additional references on this subject are available from CCOHS upon request.

While the Centre endeavours to ensure the accuracy and completeness of information provided, it is understood that the Centre makes no warranty as to the accuracy or completeness of such information and assumes no liability for any damages or loss suffered as a result of any inaccuracy or incompleteness therein.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

FICHE TOXICOLOGIQUE

Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail
250 rue Main est
Hamilton Ontario Canada L8N 1H6

FLUORURE D'HYDROGÈNE

Autres noms	Acide fluorhydrique, HF, CAS 7664-39-3
Description	Liquide incolore ou gaz à odeur aigre irritante.

RÉSUMÉ DES DANGERS

Exposition	Inhalation, contact avec la peau et les yeux.
Effets d'une expositon unique ou brève (à court terme)	Le fluorure d'hydrogène est un produit extrêmement corrosif. Le liquide ou la vapeur peuvent attaquer gravement la peau, le nez, la gorge et les yeux. On a observé des décès dus à une inhalation unique ou à des éclaboussures. L'exposition aux éclaboussures du liquide ou aux vapeurs peut causer, même à de faibles concentrations, des brûlures chimiques graves, insidieuses, et extrêmement douloureuses qui ne se manifestent pas immédiatement.
Effets d'une exposition répétée ou prolongée	Les fluorures se déposent dans les os (fluorose) et peuvent occasionner des douleurs et des raideurs dans les jointures et les membres. Il n'existe pas de preuves que le fluorure d'hydrogène cause le cancer. Certaines données non probantes semblent indiquer un effet foetotoxique chez l'animal.
Risques d'explosion et d'incendie	Le fluorure d'hydrogène n'est pas inflammable, mais il peut réagir avec le métal des contenants et produire de l'hydrogène, qui est un gaz inflammable. Aucune source d'ignition ne devrait se trouver dans les endroits où on entrepose du fluorure d'hydrogène.
Produits extincteurs	Ne s'applique pas ici. Utiliser un produit extincteur approprié pour le produit en cause.
Réactivité chimique	Le liquide et la vapeur réagissent violemment avec les produits caustiques. Les métaux contenant de la silice (ex.: la fonte), les céramiques, le verre, le caoutchouc naturel et le cuir se corrodent rapidement au contact du fluorure d'hydrogène. Le liquide réagit violemment avec l'eau.
Protection individuelle	Le port d'un vêtement de protection fait de chlorure de polyvinyle ou de néoprène 0,4 kg (qualité 13 onces), doublé de nylon est recommandé. Protéger les yeux contre les éclaboussures. Chaque fois que les

Protection individuelle	concentrations de vapeur dépassent les limites permises, porter une protection respiratoire appropriée. Pour plus de détails, voir la section IV : Limitation de l'exposition.
Entreposage	L'acide fluorhydrique anhydre doit être entreposé et transporté dans des récipients sous pression en acier. L'acide aqueux (concentration égale ou inférieure à 70%) peut être entreposé et transporté dans des contenants de plastique ou doublés de caoutchouc.
Limites d'exposition	Selon les recommandations de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) 1984-1985. Moyenne pondérée sur le temps (MPT): sous forme de fluorure: 3 parties par million (ppm) ou 2,5 mg/m^3 (milligrammes par mètre cube). Limite d'exposition à court terme (LECT): sous forme de fluorure: 6 parties par million (ppm) ou 5 mg/m^3. Dans ses "changements suggérés" de 1984, l'ACGIH propose que la LECT soit abolie et que la MPT actuelle soit considérée comme valeur-plafond.

La MPT est définie comme étant la concentration moyenne pondérée sur le temps correspondant à une journée de travail normale de 8 heures à raison de 40 heures par semaine.

La LECT est définie comme étant l'exposition moyenne pondérée sur une période de 15 minutes, ne devant pas être dépassée au cours d'une journée de travail. L'exposition à la LECT ne doit pas dépasser 15 minutes et ne doit pas se reproduire plus de 4 fois par jour. Il doit y avoir au moins 60 minutes d'intervalle entre deux expositions successives à la LECT.

Une valeur-plafond est une valeur qui ne devrait jamais être dépassée même pour de très courtes périodes.

PORTÉE DU DOCUMENT

La présente fiche a été préparée par le personnel du Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (CCHST) et s'adresse surtout, comme source de renseignements, aux personnes qui, par leur travail, risquent d'être exposées au produit. L'information recueillie est, croit-on, fiable et concerne généralement les questions d'hygiène au travail. Il est aussi possible de se procurer d'autres renseignements portant sur des situations particulières. Les données scientifiques sont souvent limitées et peuvent être interprétées de diverses façons. Il nous fera plaisir de recevoir d'autres renseignements, corrections, commentaires et questions relatifs à cette fiche, ou à des problèmes particuliers. Il suffit de les adresser au Service des demandes de renseignements, CCHST, 250 rue Main est, Hamilton (Ontario), L8N 1H6, tél: 416-523-2981, poste 211.

Le présent document a été mis à jour pour la dernière fois le 30 avril 1985.

N° de catalogue CC273-4/85-3F
ISBN 0-660-91572-3
CCHST C85-3F

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

TABLE DES MATIÈRES

	RÉSUMÉ	i/1
I.	UTILISATIONS ET SOURCES	3
II.	TOXICOLOGIE	3
III.	RISQUES D'INCENDIE ET D'EXPLOSION	8
IV.	LIMITATION DE L'EXPOSITION	9
V.	MANUTENTION ET ENTREPOSAGE DE PETITES QUANTITÉS	12
VI.	PREMIERS SOINS	12
VII.	LIMITES D'EXPOSITION	14
VIII.	PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES	17
IX.	RÉFÉRENCES	18

I. UTILISATIONS ET SOURCES

Le fluorure d'hydrogène gazeux est utilisé dans la production de fluorure d'aluminium, de triolite, d'hexafluorure d'uranium, de fluor, d'acide fluorhydrique aqueux, de sels de fluorure inorganique, d'hydrocarbures fluorés et dans les procédés d'alkylation.

Le fluorure d'hydrogène liquide est utilisé dans la production des composés du fluor, dans le nettoyage des moulages de fonte et d'acier, dans la fabrication du verre gravé et dépoli, la flotiation des minerais par moussage et le dessablage du fer. Le fluorure d'hydrogène se trouve aussi en petites quantités dans certains produits de nettoyage commerciaux. Les flux utilisés dans certains procédés de soudage peuvent aussi produire du fluorure d'hydrogène.

II. TOXICOLOGIE

Voies d'exposition
Le fluorure d'hydrogène est rapidement absorbé en quantités importantes par inhalation des vapeurs ou par absorption du liquide à travers la peau.

Les risques présentés par l'inhalation du fluorure d'hydrogène dépendent largement de la température et de la concentration. Pour

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est,
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

les solutions d'une concentration inférieure à 50%, l'évaporation est faible, à moins que la température soit élevée. Les solutions concentrées (50-70% HF) s'évaporent beaucoup plus rapidement et présentent un grave danger d'inhalation[1].

L'exposition au fluorure d'hydrogène sous forme gazeuse se produit surtout par voie respiratoire. Le gaz a une affinité marquée avec l'eau et se combine à l'humidité de l'air et à celle des voies respiratoires et des yeux. A une concentration de 122 ppm, le fluorure d'hydrogène se combine avec l'humidité de la peau et cause une sensation de brûlure; l'irritation des yeux et des voies respiratoires est si forte qu'on ne peut rester exposé plus d'une minute[2].

En présence du liquide dilué, le contact avec la peau est probablement le danger le plus grave. Même en solution faible, (6% dans le cas d'études sur animaux), l'acide fluorhydrique pénètre la peau rapidement et de façon insidieuse[3]. L'absorption par voie cutanée peut provoquer un empoisonnement grave. Dans certains cas, le contact de fortes concentrations avec la peau, a causé la mort[4-10].

Elimination
Une proportion notable du fluorure absorbé est rapidement éliminée dans l'urine. Au cours des quatre premières heures, 20% de la dose absorbée peuvent passer dans l'urine; et environ 50% sont éliminés en quelques jours[11, 12].

Des études portant sur des sujets exposés sur leurs lieux de travail ont montré que les niveaux de fluorure trouvés dans l'urine reflètent assez fidèlement les niveaux d'exposition quotidiens au travail[13-15], à l'exception peut-être des cas où le travailleur souffre de troubles fonctionnels des reins. Dans ces cas, la concentration de fluorure dans le sérum sanguin serait un meilleur indicateur[16]. Dans les programmes de surveillance appliqués dans l'industrie à l'heure actuelle, on considère comme inacceptable un niveau de fluorure dans l'urine supérieur à 4 mg/litre[17]. Cependant, il ne semble pas y avoir de corrélation entre l'élimination du fluorure dans l'urine et des expositions prolongées antérieures[15].

Le fluorure peut aussi être éliminé via la transpiration, mais l'élimination totale est faible, sauf si le sujet transpire abondamment[18].

Effets d'une exposition unique (aiguë) chez l'humain
Les effets dépendent de la quantité totale de fluorure d'hydrogène absorbé par toutes les voies (inhalation, absorption percutanée, ingestion). L'effet principal du fluorure d'hydrogène sur les humains est dû à ses propriétés irritantes et corrosives, qui causent l'inflammation de toute surface du corps entrant en contact avec le produit.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

On a observé les effets toxiques suivants chez des individus exposés au fluorure d'hydrogène pour de brèves périodes[1,2,9,14,15,19]:

Jusqu'à 5 ppm	Rougeur de la peau, goût acide dans la bouche, légère irritation des yeux et du nez, saignements de nez.
61 ppm	Irritation marquée des muqueuses du nez (rhinite) et des yeux (conjonctivite). La répétition d'expositions brèves (3 min) à ce niveau de concentration ne réduit pas la sensibilité.
122 ppm	Ne peut être supportée que pendant 1 minute car ce niveau de concentration cause une sensation de brûlure pour les yeux et la peau.
10 000 ppm et plus	Sensation d'étouffement, toux, fièvre, souffle court, accumulation de liquide dans les poumons, mort.

Outre les effets indiqués plus haut affectant la peau, le nez et les yeux, le fluorure d'hydrogène peut causer une inflammation grave des membranes qui tapissent les voies respiratoires (laryngite, trachéite, bronchite) et les tissus de l'intérieur des poumons (pneumonie). Les décès survenant à la suite d'inhalation de fortes concentrations de fluorure d'hydrogène sont probablement dus aux graves brûlures acides des tissus pulmonaires causant une accumulation de liquide dans les poumons (oedème pulmonaire). Cet effet se distingue nettement de l'empoisonnement au fluorure qui est la cause probable du décès dans les cas de contact avec la peau[20].

Les décès causés par l'empoisonnement aux fluorures sont probablement dus au fait que ces substances inhibent l'action de certains enzymes, mais selon les théories actuelles les effets les plus graves proviennent du fait que les ions fluorures se lient au calcium ou au magnésium présent dans le corps, ou aux deux. On a en effet observé des niveaux de calcium exceptionnellement bas dans le sang de victimes décédées à la suite d'empoisonnement aux fluorures (hypocalcémie)[21].

Effets sur la peau

Le fluorure d'hydrogène peut causer des brûlures profondes. Il passe facilement par un trou d'épingle dans un gant de caoutchouc et peut causer ultérieurement des douleurs insupportables sous les ongles. Les douleurs causées par de fortes concentrations de fluorure d'hydrogène (50-70%) sont ressenties immédiatement et peuvent causer des lésions graves des tissus. Pour des concentrations légèrement plus faibles (25%) il peut s'écouler quelques minutes avant qu'on s'aperçoive qu'on a été brûlé; pour les brûlures causées par des solutions de l'ordre de 1-20%, le délai peut être de plusieurs heures[1,22].

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

On a attribué la douleur intense causée par les brûlures au fluorure d'hydrogène à la perte de calcium et de magnésium dans les tissus et au dépôt de fluorure de calcium insoluble. Il en résulte un excès relatif de potassium dans les tissus qui stimule les extrémités nerveuses[3].

On peut soulager la douleur par des injections de solution de gluconate de sodium dans la région affectée et la partie sous-jacente. On obtient aussi d'excellents résultats avec une application locale de solution d'Hyamine[21].

Des fuites dans des gants de protection ont été à l'origine de brûlures au fluorure d'hydrogène. La peau des mains devient blanche et remplie de fluide. La région brûlée est très douloureuse pendant plusieurs heures ou même plusieurs jours. Dans certains cas, il a fallu enlever les ongles pour éviter la destruction des tissus sous-jacents. La guérison peut exiger jusqu'à 60 jours et elle s'accompagne de cicatrices[3,4,23]. Les traitements modernes ont réduit le temps de guérison et la formation de cicatrices[24].

Dans les cas d'éclaboussures abondantes, l'absorption se fait à la fois par inhalation et pénétration de la peau. L'absorption par la peau peut contribuer de façon significative à l'empoisonnement et, par suite, au décès[1,4,7,25].

Des rougeurs peuvent se manifester sur la peau exposée à des concentrations de vapeur allant jusqu'à 4,14 ppm. On a observé sur un sujet une desquamation, ressemblant à un léger coup de soleil après dix jours d'exposition[19].

Effets sur les yeux
Le fluorure d'hydrogène est très soluble dans l'eau et les vapeurs, même à de très faibles niveaux de concentration, peuvent se dissoudre dans l'humidité qui tapisse la surface de l'oeil et causer de l'irritation. Bien qu'on ne trouve pas de compte rendu à ce sujet dans la littérature scientifique, des éclaboussures dans les yeux peuvent sans aucun doute causer des lésions graves irréversibles, laissant des cicatrices sur les tissus atteints. On a rapporté des lésions réversibles à la partie avant de la surface de l'oeil (cornée); les rapports ne faisaient cependant pas mention de l'intensité de l'exposition dans ces cas[26,27].

Effets d'une exposition prolongée
Les dangers présentés par le fluorure d'hydrogène sont principalement dus à ses propriétés corrosives et irritantes, sensibles pendant les expositions brèves. Les dangers présentés par l'exposition prolongée sont moindres.

Les fluorures ont une affinité particulière avec les os et la fixation excessive de ces produits cause un affaiblissement et une

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

dégénération des tissus osseux (ostéosclérose). L'empoisonnement prolongé au fluorure peut aussi causer des troubles cardiaques, herveux et intestinaux. Cette maladie est connue sous le nom de fluorose.

Des études sur animaux ont montré que la moitié de la dose de fluorure administrée à un animal non traité se dépose dans le squelette. La teneur en fluorure du squelette augmente normalement avec la dose reçue. Il peut s'établir un équilibre, ou plateau, entre les niveaux de concentration de fluorure dans le sang et dans les os[28]. La majeure partie des dépôts de fluorure dans les os s'effectue au cours des deux premières heures suivant l'exposition[29].

Les dépôts de fluorure dans les os ne sont pas fixés de façon définitive; les fluorures sont lentement libérés de sorte que le corps en éliminera jusqu'à la moitié au cours d'une période de deux ans. Dans certains cas, la fluorose peut être réversible; la guérison est cependant lente et partielle[30].

Effets sur la reproduction
On détermine la capacité d'un produit chimique à affecter la reproduction chez l'humain grâce à des études en laboratoire, portant généralement sur des animaux. Il existe très peu d'études s'intéressant aux effets possibles du fluorure d'hydrogène sur la reproduction.

Un périodique russe fait état d'études portant sur des rates gravides au cours desquelles on a observé une augmentation du taux de mortalité de l'embryon et du foetus après exposition à des concentrations de 0,05, 0,5 et 5,0 mg/m^3 (0,06, 0,6 et 6,1 ppm), pendant 4 heures par jour. On n'a pas trouvé d'études s'intéressant aux effets de l'exposition au fluorure d'hydrogène chez les femmes enceintes.

Effets cancérigènes
L'Agence internationale de recherche sur le cancer (CIRC) a passé en revue les données expérimentales sur les fluorures inorganiques. Cette revue ne portait pas spécifiquement sur l'exposition à l'acide fluorhydrique, mais elle concluait qu'on ne pouvait, à la lumière des données existantes, évaluer les propriétés carcinogènes du fluorure de sodium, produit analogue et beaucoup mieux connu[32].

Effets sur le foie
Après exposition à une concentration de 18,5 ppm de fluorure d'hydrogène pour un total de 309 heures, à raison de 6 à 8 heures par jour, 5 jours par semaine, on a observé, chez des lapins, des singes et des cobayes, une dégénération des tissus graisseux et une formation de tissus cicatriciels[33]. On n'a pas observé ce phénomène chez des sujets humains soumis à une surexposition.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Effets sur les reins
Les tissus mous n'emmagasinent pas le fluorure; on peut pourtant observer une rétention temporaire de 1% de la dose pendant environ 90 minutes après l'exposition; 24 heures après une exposition unique, presque tout le fluorure est éliminé des reins et presque tout le fluorure résiduel est fixé dans les os.

Quelques études sur animaux ont révélé des lésions aux reins (nécrose des tubules rénaux) dues à une exposition répétée à environ 30 ppm de fluorure d'hydrogène sur une période de plusieurs jours[2,33]. Chez les sujets humains, on n'a observé des lésions aux reins qu'après de graves surexpositions aiguës[4,7].

Données sur la toxicité chez les animaux
La toxicité relative d'un composé peut être évaluée à partir de la DL_{50} ou de la CL_{50}, ou d'autres valeurs qui sont obtenues au cours de tests sur des animaux. La DL_{50} est la quantité de substance (poids de la substance/poids de l'animal) nécessaire pour tuer la moitié (50%) de la population soumise aux tests. La CL_{50} est la concentration dans l'air qui tue la moitié des animaux après une exposition de 4 heures ou de toute autre période indiquée. La CL_{min} est la plus faible concentration létale observée. Les animaux utilisés sont d'habitude des rats, des souris ou d'autres rongeurs. L'exposition se fait habituellement par voie orale (par la bouche), cutanée (à travers la peau), ou par inhalation (respiration des vapeurs). Pour le fluorure d'hydrogène, les doses toxiques sont:

CL_{50} (rat, 5 min)	4 970 ppm[34]
CL_{50} (rat, 5 min)	18 200 ppm[35,36]
CL_{50} (rat, 1 heure)	1 310 ppm[34]
CL_{50} (rat, 1 heure)	1 108 ppm[37]
CL_{50} (souris, 5 min)	6 247 ppm[35,36]
CL_{50} (cobaye, 15 min)	4 320 ppm[34]
CL_{50} (singe, 1 heure)	1 774 ppm[38]

Sur une échelle de 1 à 6 (1 = pratiquement non toxique, 6 = supertoxique), le fluorure d'hydrogène à une cote de 5 (extrêmement toxique)[39].

Bien que les données expérimentales sur les animaux soient limitées et peu cohérentes, on a essayé d'en tirer des paramètres concernant la dose létale pour les humains. Une exposition à 50 ppm pendant moins de 5 minutes peut être mortelle pour certains individus[20].

III. RISQUES D'INCENDIE ET D'EXPLOSION

Le fluorure d'hydrogène, en liquide ou en vapeur, réagit violemment avec les bases (ex.: la soude caustique). L'acide dissout le verre, les céramiques, les métaux contenant de la silice, le caoutchouc naturel

CCOHS/CCHST
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

et le cuir. Bien que le fluorure d'hydrogène ne soit pas lui-même inflammable, l'hydrogène, qui est inflammable, peut se dégager si on place de l'acide fluorhydrique dans des contenants en métal. Aucune source d'ignition ne doit donc se trouver dans les zones d'entreposage de l'acide fluorhydrique ou dans les endroits où on travaille avec des contenants ouverts.

Le fluor réagit fortement avec une solution d'acide fluorhydrique à 50% et peut s'enflammer[40].

L'anhydride arsénieux s'échauffe et devient incandescent en présence d'acide fluorhydrique[40].

Réactivité chimique
Une solution à 40% d'acide fluorhydrique, combinée à de l'acide bismuthyrique ($HBiO_3$) réagit violemment à la température de la pièce produisant des composés de bismuth fluorés et quelquefois de l'ozone[40].

Le fluorure d'hydrogène n'a pas d'action corrosive sur le plomb, la cire, le polyéthylène ni le platine[41].

IV. LIMITATION DE L'EXPOSITION

La meilleure façon de prévenir l'exposition au fluorure d'hydrogène consiste à élaborer des méthodes de travail et des mesures d'ingénierie. Parmi les principales mesures de limitation, on compte:

Substitution	Ventilation de la zone de travail
Isolation	Techniques de travail
Confinement	Mesures d'hygiène individuelle
Evacuation locale des émanations	Equipement de protection individuelle

On peut appliquer une ou plusieurs de ces mesures à la fois dans une situation donnée. Il est habituellement nécessaire d'étudier le milieu de travail et d'envisager les exigences techniques des méthodes de travail avant de procéder à des changements importants.

Bien que les mesures d'ingénierie, en particulier la ventilation, représentent la méthode privilégiée pour limiter l'exposition aux polluants en milieu de travail, l'utilisation de matériel de protection, notamment les vêtements spéciaux et les appareils respiratoires, peut améliorer la protection des ouvriers exposés au fluorure d'hydrogène.

Dans certains cas, par exemple, pour le travail en espace clos et certaines opérations d'entretien, l'utilisation de matériel de protection est essentielle étant donné qu'il est impossible d'aérer ou d'appliquer les mesures d'ingénierie.

COOMBS/OCCHST
Hamilton, Ontario, Canada

Vêtements protecteurs
Les vêtements de protection (gants, combinaisons de travail, bottes, etc.) doivent être portés, si nécessaire, pour éviter les contacts du fluorure d'hydrogène liquide ou des vapeurs concentrées avec la peau. Les vêtements protecteurs utilisés spécialement pour les opérations nécessitant l'utilisation de fluorure d'hydrogène devraient être clairement identifiés, de préférence par une couleur distincte, pour les différencier des autres vêtements protecteurs.

Le fluorure d'hydrogène est un acide corrosif puissant et de nombreux matériaux n'offrent pas une protection adéquate. Le fluorure d'hydrogène ne pénètre pas et ne peut dégrader les matériaux résistants aux acides, comme le néoprène doublé de nylon ou le chlorure de polyvinyle (PVC) de 0,4 kg (qualité 13 onces). Pour la plupart des opérations porter des gants de néoprène ou de PVC après avoir vérifié qu'ils sont parfaitement étanches. La manche de la veste devrait recouvrir la manchette du gant de manière à empêcher l'acide de pénétrer dans le gant. On recommande le port de manchons protecteurs spéciaux, couvrant la manchette du gant et la manche pour empêcher l'acide de pénétrer dans le gant ou la manche du vêtement.

Les bottes devraient monter au moins jusqu'à mi-mollet et être recouvertes par la jambe du pantalon protecteur pour éviter que l'acide ne pénètre dans la botte.

Pour une protection maximum, porter une combinaison antiacide avec adduction d'air.

Après utilisation, les vêtements protecteurs doivent être neutralisés avec du bicarbonate de soude, lavés, séchés et inspectés pour vérifier qu'ils ne sont ni percés ni déchirés.

Chaque fois qu'il y a danger d'éclaboussure, porter des lunettes protectrices pare-acide et des écrans faciaux (norme ACNOR Z84.3).

Protection des voies respiratoires
Les points à considérer avant de décider d'une méthode de protection des voies respiratoires comprennent:

choix de l'appareil respiratoire approprié
ajustement de l'appareil au visage
entretien de l'appareil
durée d'utilisation de la cartouche
formation du personnel

Ces facteurs sont décrits plus en détails dans la norme Z94.4 de l'ACNOR: "Choix, entretien et utilisation des appareils respiratoires". Pour obtenir cette norme, s'adresser à l'Association canadienne de normalisation.

GOODYEAR

Le degré de protection respiratoire nécessaire dépend de la concentration des vapeurs et de la durée d'exposition. NIOSH/OSHA[42] recommande les mesures de protection respiratoires suivantes*:

Concentration de vapeurs inférieure ou égale à 20 ppm (17 mg/m^3):
Appareil respiratoire, avec écran facial et muni de cartouche(s) pour protection contre le fluorure d'hydrogène; ou
Masque à gaz, muni d'une cartouche montée à l'avant, à l'arrière ou sous le menton et d'un filtre spécial pour protection contre le fluorure d'hydrogène; ou
Appareil respiratoire à adduction d'air, muni d'un écran facial, d'un casque ou d'une cagoule; ou
Tout appareil respiratoire autonome muni d'un écran facial.

Concentration de vapeurs supérieure à 20 ppm (17 mg/m^3) ou entrée dans un endroit où la concentration est inconnue ou évacuation d'urgence d'un tel endroit:
Appareil respiratoire autonome muni d'un écran facial et fonctionnant à demande de pression ou selon d'autres modes de pression positive; ou
Appareil comprenant un respirateur à adduction d'air de type C muni d'un écran facial et fonctionnant à demande de pression ou selon d'autres modes de pression positive ou en mode continu, combiné à un appareil respiratoire autonome auxiliaire fonctionnant à demande de pression ou selon d'autres modes de prassion positive; ou
Combinaison de protection avec adduction d'air, conçue pour protéger la peau et les voies respiratoires, et un appareil respiratoire autonome auxiliaire fonctionnant sur le mode de pression positive.**

Lutte contre les incendies:
Appareil respiratoire autonome muni d'un écran facial fonctionnant à demande de pression ou selon d'autres modes de pression positive.

Evacuation:
Tout masque à gaz protégeant contre les vapeurs acides ou tout appareil respiratoire autonome d'évacuation.

*Note: Les recommandations ci-dessus ne s'appliquent qu'aux appareils approuvés par NIOSH et MSHA.

**Note: Les combinaisons à adduction d'air devraient être choisies, utilisées et entretenues sous la supervision directe de personnel spécialisé. A des concentrations supérieures à 20 ppm, ils doivent être utilisés conjointement à un appareil respiratoire autonome fonctionnant sur mode de pression positive.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est,
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Dans des atmosphères pauvres en oxygène, porter des appareils respiratoires à adduction d'air.

Les appareils respiratoires et masques à gaz munis de cartouches contre les gaz acides peuvent protéger contre les vapeurs de fluorure d'hydrogène pour un certain temps. La vie utile d'un appareil respiratoire dépend du nombre et de la puissance des cartouches, de la concentration des vapeurs, de la température et de l'intensité de la respiration.

V. MANUTENTION ET ENTREPOSAGE DE PETITES QUANTITÉS

Entreposer et transporter le fluorure d'hydrogène anhydrique dans des appareils sous pression en acier. A des concentrations inférieures ou égales à 70%, l'acide peut être entreposé dans des contenants en plastique ou dont la paroi interne est tapissée de caoutchouc. Conserver tous les contenants d'entreposage à l'abri de la chaleur et de la lumière solaire directe. L'entrepôt devrait être équipé d'un système de ventilation indépendant adéquat et libre de toute source de chaleur ou d'étincelles, comme les moteurs électriques. Les ventilateurs doivent être du type antidéflagrant. On peut se procurer des renseignements sur la marche à suivre en cas de déversement du produit en s'adressant à l'Association canadienne des fabricants de produits chimiques qui a mis sur pied un Programme d'aide d'urgence aux transports. En cas d'urgence, on peut communiquer avec le Programme d'urgence par l'intermédiaire de CANUTEC (Centre canadien d'urgence - Transport des marchandises dangereuses). Appeler à frais virés: (613) 996-6666. Pour plus de renseignements généraux concernant le Programme d'aide d'urgence, en situation normale, s'adresser à l'Association canadienne des fabricants de produits chimiques à Ottawa (613) 237-6215.

Nettoyage et élimination
Avant de commencer à nettoyer un déversement important de fluorure d'hydrogène, assurer une ventilation adéquate, s'équiper de vêtements de protection et d'appareils respiratoires.

On peut trouver sur le marché des nécessaires de nettoyage contenant des absorbants spéciaux pour le fluorure d'hydrogène.

VI. PREMIERS SOINS

Mesures de premiers soins recommandées en cas d'exposition au fluorure d'hydrogène[24,43,44]:

Inhalation
Placer la victime à l'air frais et la laisser au repos complet. Si la victime ne respire pas, commencer immédiatement la respiration

CCOHS/CCHST
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

artificielle. Il est essentiel d'administrer de l'oxygène qui peut empêcher l'accumulation de liquide dans les poumons. Faire immédiatement appel à un médecin.

Note: L'exposition aux vapeurs peut occasionner des brûlures à la peau et aux muqueuses ainsi que des lésions aux poumons. Les brûlures à la peau dues à l'exposition aux vapeurs sont traitées de la même façon que les brûlures dues au liquide[24].

Ingestion
Placer la victime dans un endroit calme, frais et bien aéré et la laisser au repos complet. Ne pas faire vomir, mais rinser abondamment la bouche avec de l'eau froide. Si la victime est consciente, faire avaler plusieurs ampoules de gluconate de calcium à 10% avec de grandes quantités d'eau ou de lait. Ne jamais administrer quoi que ce soit par la bouche à une personne inconsciente. Conduire immédiatement la victime à l'hôpital.

Yeux
Laver complètement les yeux en rinsant avec de l'eau pendant au moins 15 minutes en s'assurant que la victime garde les yeux ouverts et les remue lentement dans toutes les directions. Un rinsage supplémentaire avec une solution saline neutre peut être salutaire. Si le médecin n'est pas disponible immédiatement, appliquer 1 ou 2 gouttes d'onguent Pontocaine Hydrochloride à 5%* (appellation commerciale du chlorhydrate de tétracaïne produit par les Laboratoires Winthrop). Ne pas utiliser de solutions d'Hyamine* ou de Séphiran* prescrits pour le traitement de la peau. Faire immédiatement appel à un médecin.

Peau
Procurer les premiers soins sans tarder. Faire immédiatement appel à un médecin. Immédiatement laver la victime sous une douche ou un jet d'eau, tout en protégeant les yeux pour éviter de les contaminer. Le lavage doit être parfait et durer au moins 15 minutes. Enlever tous les vêtements contaminés. Les personnes responsables d'administrer les premiers soins doivent aussi faire attention à se protéger elles-mêmes contre la contamination.

Tout de suite après le lavage, tremper la partie affectée dans une solution à 0,2% (1:500) d'Hyamine* 1622 (appelation commerciale de chlorure de benzérhonium produit par les laboratoires Rohm Haas) ou dans une solution à 0,13% (1:750) de Zéphiran* (appellation commerciale du chlorure de benzalhonium, produit par les laboratoires Winthrop) dans de l'eau glacée. Si la région affectée est difficile à tremper, appliquer des compresses à l'aide de serviettes imbibées des solutions mentionnées plus haut. Renouveler les compresses toutes les deux minutes. Ne pas utiliser ces solutions pour les yeux. Si des tissus délicats, comme les lèvres ou la bouche, ont été atteints, appliquer un gel de 2,5% de gluconate de calcium.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est,
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

L'Hyamine* a donné d'excellents résultats et guérit les brûlures au fluorure d'hydrogène sans laisser de cicatrices.

Comme les personnes exposées pendant leur travail peuvent ne pas remarquer les brûlures dues à de faibles concentrations de fluorure d'hydrogène avant plusieurs heures, elles peuvent se trouver très loin de tout secours médical au moment où elles se rendent compte qu'elles ont été brûlées. Pour faire face à une telle éventualité, certaines entreprises donnent à leurs employés de petites bouteilles d'Hyamine* à utiliser en cas d'urgence. On peut aussi donner aux travailleurs des cartes de plastique, qu'ils peuvent garder dans leur portefeuille, décrivant les soins à donner en cas de brûlure au fluorure d'hydrogène. Ces cartes peuvent servir aux médecins des services d'urgence, si nécessaire.

Note: Nous recommandons fortement aux médecins qui sont peu informés sur la nature particulière des brûlures au fluorure d'hydrogène et sur le traitement approprié de se renseigner auprès des médecins d'Allied Chemical Corporation et de se procurer leur brochure intitulée Hydrofluoric Acid exposure - Recommemded Treatment. Au Canada, cette brochure est distribuée par la section des services médicaux d'Allied Chemical à Amherstburg, Ontario (519) 736-2111 ou (519) 734-1234.

*Note: Les noms de marque des produits ne sont mentionnés ici que parce qu'on les retrouve souvent dans la littérature scientifique sur le sujet. Le fait qu'ils soient mentionnés ne constitue pas une recommandation de la part du Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail. Des produits équivalents produits par d'autres fabricants peuvent être tout aussi appropriés.

VII. LIMITES D'EXPOSITION

De nombreuses réglementations canadiennes recommandent des limites d'exposition proches des seuils admissibles d'exposition (SAE) établis par l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Dans le cas du fluorure d'hydrogène, les SAE actuels recommandés sont les suivants:

1. Seuil admissible d'exposition - Moyenne pondérée sur le temps (SAE-MPT) = 3 parties par million (ppm) ou 2,5 milligrammes par mètre cube (mg/m^3).

Il s'agit de "la concentration moyenne pondérée sur le temps pour une journée normale de travail de 8 heures et une semaine de travail de 40 heures, à laquelle presque tous les travailleurs peuvent être exposés de façon répétée, jour après jour, sans effets néfastes".

CCHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

2. Seuil admissible d'exposition - Limite d'exposition à court terme (SAE-LECT) = 6,0 parties par million (ppm) ou 5 milligrammes par mètre cube (mg/m^3).

"La LECT est définie comme une exposition moyenne pondérée sur ɜ temps pour 15 minutes, qui ne doit jamais être dépassée pendant une journée de travail, même lorsque la moyenne pondérée sur le temps pour 8 heures ne dépasse pas le SAE. L'exposition à la LECT ne devrait pas dépasser 15 minutes ni être répétée plus de quatre fois par jour. Il doit y avoir un intervalle d'au moins 60 minutes entre des expositions successives à la LECT."

"Il ne s'agit pas d'une limite d'exposition indépendante, mais plutôt d'une façon de compléter la moyenne pondérée sur le temps (MPT) dans les cas connus d'intoxication aiguë par une substance dont la toxicité est surtout de nature chronique. L'utilisation des LECT n'est recommandée que lorsque des effets toxiques ont été signalés chez des humains ou des animaux après une exposition brève à des concentrations élevées." (Traduit et cité avec l'autorisation de l'ACGIH).

Dans l'édition de 1984 de son livret sur les SAE, l'ACGIH publie une liste de "changements suggérés" pour le fluorure d'hydrogène. Il a été "suggéré d'abolir la LECT et de considérer la MPT (3 ppm ou 2,5 mg/m^3) comme une valeur-plafond. Une valeur-plafond est une valeur qui ne doit jamais être dépassée même pour une durée très courte.

Les substances figurant à la liste des changements suggérés, comprenait les substances pour lesquelles une valeur limite est proposée pour la première fois, ou celles qui figurent dans la liste des valeurs "adoptées" mais pour lesquelles on suggère une révision. Dans les deux cas, les valeurs limites devraient être considérées comme des valeurs provisoires qui resteront en vigueur deux ans au moins. Si, à la fin de cette période, aucune preuve n'indique qu'il est justifié de remettre les valeurs en question, on envisagera à nouveau de les porter à la liste des valeurs "adoptées".

Certaines réglementations canadiennes ont adopté tel quel l'ensemble complet des seuils admissibles d'exposition (SAE) recommandés par l'ACGIH pour les substances chimiques. Dans certaines autres, ces valeurs ne sont utilisées que comme guide de référence dans la limitation des contaminants de l'air. D'autres encore spécifient les limites d'exposition pour les produits chimiques, y compris le fluorure d'hydrogène. Comme ces limites sont établies, interprétées et appliquées de façons différentes par les diverses administrations ayant juridiction sur ces questions, il est recommandé de consulter les organismes gouvernementaux compétents dans chaque région.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est,
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Selon la préface de la brochure de l'ACGIH:

"Le seuil admissible d'exposition correspond aux concentrations de substances dans l'air et représente des conditions auxquelles on estime que presque tous les travailleurs peuvent être exposés jour après jour, sans être affectés. Cependant, comme la sensibilité varie fortement d'une personne à l'autre, un faible pourcentage des travailleurs peut ressentir des malaises après une exposition à des concentrations égales ou inférieures au seuil admissible pour certaines substances; une proportion encore plus faible d'individus déjà sensibilisés peut être affectée plus sérieusement par l'aggravation d'un trouble déjà existant ou par l'apparition d'une maladie professionnelle."

"Les seuils admissibles d'exposition sont basés sur les meilleurs renseignements provenant de l'expérience industrielle, d'études expérimentales chez l'humain et d'études chez les animaux et, lorsque c'est possible, de l'ensemble des trois."

"Le SAE-MPT doit servir de guide pour limiter les dangers pour la santé. Il ne constitue pas une limite entre les concentrations ne présentant pas de danger et les concentrations dangereuses."

Propriétés perceptibles du fluorure d'hydrogène au niveau limite d'exposition

Certaines substances dégagent une odeur ou sont irritantes; ces caractéristiques peuvent servir, à court terme, à indiquer la présence de conditions dangereuses. On a observé que le seuil de perception olfactive du fluorure d'hydrogène est de l'ordre de 0,04 à 0,18 ppm[9]; on devrait donc sentir sa présence bien avant que la concentration n'atteigne le SAE. Le fluorure d'hydrogène a des propriétés irritantes qui permettent de le détecter facilement. Toutefois, même si l'exposition répétée ne semble pas diminuer la sensibilité[2], il n'est pas recommandé de se fier à l'odorat pour détecter le risque de surexposition car la sensibilié olfactive peut s'émousser temporairement (fatigue olfactive), l'odorat peut varier d'un individu à l'autre, et l'odeur d'autres produits sur les lieux de travail peut masquer celle du fluorure d'hydrogène.

Limites d'exposition dans d'autres pays

Les méthodes ou procédures appliquées pour établir et mettre en vigueur les limites d'exposition au travail varient considérablement d'un pays à l'autre. On peut se procurer des renseignements concernant les limitations en vigueur dans divers pays en s'adressant au CCHST.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

VIII. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Chemical Abstracts Service	CAS 7664-39-3
Formule chimique	HF
Structure chimique	HF à températures et pressions normales de la pièce, à des températures plus élevées: polymérisaton possible donnant $(HF)_2$ et $(HF)_6$

Propriétés physiques

Point d'ébullition	19,54°C (67,1°F)
Densité	1,0 à 4°C (39,2°F)
Solubilité	miscible dans l'eau (en toutes proportions)
Pression de vapeur	42,11 g/cm^2 4,1 KPa à 21°C (69,8°F) 86,9 KPa à 38°C (100°F)
Densité de vapeur	0,99 à 13,6°C (56,5°F) (air = 1)
Seuil de perception olfactive	0,04 à 0,13 ppm

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

IX. RÉFÉRENCES

(1) Mayer, L.; Guelich, J. Hydrogen fluoride inhalation and burns. Archives of Environmental Health. Vol. 7 (1963). p. 71-73

(2) Machle, W.; Thamann, F.; Kitzmiller, K.; Cholak, J. The effects of the inhalation of hydrogen fluoride : I : response following exposure to high concentrations. Journal of Industrial Hygiene. Vol. 15 (1934). p. 129-145

(3) Klauder, J.V.; Shelanski, L.; Gabriel, K. Industrial uses of compounds of fluorine and oxalic acid. Archives of Industrial Health. Vol. 12 (1955). p. 412-419

(4) Dieffenbacher, P.F.; Tompson, J.H. Burns from exposure to anhydrous hydroflouric acid. Journal of Occupational Medicine. Vol. 4 (1962). p. 325-326

(5) Yoshida, Y.; Watanabe, M.; Kono, K. Experimental studies on the percutaneous absorption of hydrofluoric acid and fluorine content of the organs. Japanese Journal of Industrial Health. Vol. 17 (1975). p. 281-287

(6) Schmidt, C.W.; Metze, H. Hydrofluoric acid skin corrosion - review of 68 cases. Das Deutsche Gesundheitswesen, Berlin, German Democratic Republic. Vol. 33 (1978). p. 761-766

(7) Burke, W.J.; Hoegg, U.R.; Phillips, R.E. Systemic fluoride poisoning resulting from a fluoride skin burn. Journal of Occupational Medicine. Vol. 15 (1973). p. 39-41

(8) Shugaev, V.A.; Beljaev, V.A. Skin absorption of hydrogen fluoride. Gigiena truda i professional'nye zabolevanija. No. 1 (January 1974). p. 31-33

(9) NIOSH criteria for a recommended standard for occupational exposure to hydrogen fluoride. Cincinnati, Ohio : U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service Centre for Disease Control, March 1976

(10) Brawn, J.; Stoss, H.; Zober, A. Intoxication following the inhalation of hydrogen fluoride. Archives of Toxicology. Vol. 56 (1984). p. 50-54

(11) Ericsson, Y. The state of fluorine in milk and its absorption and retention when administered in milk. Acta Odontologica Scandinavia. Vol. 16 (1958). p. 51-77

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

(12) Hodge, H.C.; Smith, F.R. In: H.H. Simons, ed. Fluorine chemistry : vol. IV. New York : Academic Press, 1965

(13) White, D.A. Hydrofluoric acid - a chronic poisoning effect. Journal of the Society of Occupational Medicine. Vol. 30 (1980). p. 12-14

(14) Largent, E.J. The metabolism of fluorides in man. Archives of Industrial Health. Vol. 21 (1960). p. 318-323

(15) Zober, A.; Geldmacher Von Mallinckrodt, M.; Schaller, K.H. Renal fluoride excretion as a useful parameter for monitoring hydrofluoric acid in exposed persons. International Archives of Occupational and Environmental Health. Vol. 40 (1977). p. 13-24

(16) Kono, K.; Yoshida, Y.; Watanabe, M.; Tanimura, Y.; Hirota, T. Urinary fluoride excretion in fluoride exposed workers with diminished renal functon. Industrial Health. Vol. 22 (1984). p. 33-40

(17) Brablec, B. Occupational Health Nurse, Allied Chemical, Amherstburg, Ontario - Personal communication, 1985

(18) McClure, F.J.; Mitchell, H.H.; Hamilton, T.S.; Kinser, C.A. Balances of fluorine ingested from various sources in food and water by 5 young men - excretion of fluorine through the skin. Journal of Industrial Hygiene and Toxicology. Vol. 27 (1945). p. 159-170

(19) Largent, E.J. Fluorosis - the health aspects of fluorine compounds. Columbus : Ohio State University Press, 1961. p. 34-39, 43-48

(20) Halton, D.M.; Baynes, C.H.; Dranitsaris, P. Toxicity levels to humans during acute exposure to hydrogen fluoride. A report prepared for the Atomic Energy Control Board, Ottawa, Ontario, Canada, INFO-0143, November 28, 1984

(21) MacKinnon, M.A. Director Medical Services, Allied Chemical, Amherstburg, Ontario - Personal communication, 1985

(22) White, J.W. Jr. Hydrofluoric acid burns. Cutis. Vol. 34 (1984). p. 241-244

(23) Dale, R.H. Treatment of hydrofluoric acid burns. British Journal of Medicine. Vol. 1 (1951). p. 728-732

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

(24) Hydrofluoric acid exposure - recommended medical treatment. Morristown, N.J. : Allied Corporation, 1984

(25) Greendyke, R.M.; Hodge, H.C. Accidental death due to hydrofluoric acid. Journal of forensic sciences. Vol. 9 (1964). p. 383-390

(26) McLaughlin, R.S. Chemical burns of the human cornea. American Journal of Ophthalmology. Vol. 29 (1946). p. 270-277

(27) Bertuna, S. Treatment of HF burns with hyamine - case report. Medical Bulletin (Exon). Vol. 29 (1969). p. 270-277

(28) Neumann, H.H. The milk and water intake of small children. Archives of Pediatrics. Vol. 74 (1957). p. 456-462

(29) Wallace-Durbin, P. The metabolism of fluorine in the rat using F_8 as a tracer. Journal of Dental Research. Vol. 33 (1954). p. 789-800

(30) Grandjean, P.; Thomsen, G. Reversibility of skeletal fluorosis. British Journal of Industrial Medicine. Vol. 4 (1983). p. 456-461

(31) Danilov, V.B.; Kasjanova, V.V. Gigiena truda i professional'nye zabolevanija. Vol. 19 (1975). p. 57-58

(32) IARC Monograph on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to humans. Vol. 27 : inorganic fluorides. Lyon : International Agency for Research on Cancer, 1982. p. 237-303

(33) Machle, W.; Kitzmiller, K. The effects of inhalation of hydrogen fluoride : II : response following exposure to low concentrations. Journal of Industrial Hygiene and Toxicology. Vol. 17 (1935). p. 233-239

(34) Rosenholtz, M.J.; Carson, T.R.; Weeks, M.H.; Wilinski, F.; Ford, D.F.; Oberst, F.W. A toxicopathologic study in animals after brief single exposure to hydrogen fluoride. American Industrial Hygiene Association Journal. Vol. 23 (1963). p. 253-261

(35) DiPasquale, L.C.; Davis, H.V. The acute toxicity of brief exposures to hydrogen fluoride, hydrogen chloride, nitrogen dioxide and hydrogen cyanide singly and in combination with carbon monoxide (Report TR-71-120, paper number 20). U.S. Aerospace Medical Research Laboratory (AMRL), 1971. p.279-289

CCOHS/CCHST
200 Main Street E./200 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

(36) Higgins, E.A.; Fiorica, V.; Thomas, A.A.; Davis, H.V. Acute toxicity of brief exposure to HF, HCl, NO_2 and HCN with and without CO. Fire Technology. Vol. 8 (1972). p. 120-130

(37) Wohlslagel, J.; DiPasquale, L.C.; Vernot, E.H. Toxicity of solid rocket motor exhaust : effects of HCl, HF and alumina on rodents. Journal of Combustion Toxicology. Vol. 3 (1976). p. 61-70

(38) MacEwen, J.D.; Invernote, E.H. Toxic Hazards research unit annual technical report Systemed Corporation (Report TR-70-77). Dayton, Ohio : U.S. Aerospace Medical Research Laboratory (AMRL), 1970

(39) Gosselin, R.E.; Smith, R.P.; Hodge, H.C. Clinical toxicology of commercial products. 5th edition. Baltimore : Williams & Wilkins, 1984

(40) Leleu, J. Réactions chimiques dangereuses - 9. Acide fluorhydrique et fluorures. Cahiers de notes documentaires - sécurité et hygiène du travail. No. 72 (1973). p. 361-376

(41) Acide fluorhydrique. Ottawa Ontario : Conseil canadien de la sécurité, 1981

(42) NIOSH/OSHA occupational health guidelines for chemical hazards. Hydrogen fluoride (September 1978) NIOSH #81-123. Cincinnati, Ohio : U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service Centre for Disease Control, January 1981

(43) Driesbach, R.H. Handbook of poisoning : prevention, diagnosis and treatment. 10th Edition. Los Altos, California : Lange Medical Publications, 1980. p. 210

(44) Lefèvre, M.J.; Becker, E.J., eds. First aid manual for chemical accidents : for use with nonpharmaceutical chemicals. English language edition. Stroudsburg, Pennsylvania : Dowden, Hutchinson and Ross, 1980. p. 119, 139, 171, 191

Note: Références supplémentaires sur le sujet envoyées sur demande; s'adresser au CCHST.

Le Centre s'efforce de s'assurer que l'information qu'il distribue est exacte et exhaustive. Cependant, il est entendu que le Centre ne se porte pas garant que ladite information est exacte et exhaustive et ne sera tenu responsable d'aucun dommage ni d'aucune perte subis par suite de l'utilisation d'une information inexacte ou incomplète.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6